

ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ГРУНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проаналізовано стан справ щодо існуючих методів контролю параметрів ґрунту та використання електронних пристроїв для їх реалізації. Проаналізовані електромагнітні, мікрохвильові, термічні, оптичні, гравіметричний, тензіометричний та рефлектиметричний методи контролю вологості ґрунту, метод з використанням ядерно-магнітного резонансу. Визначені межі використання даних методів контролю вологості ґрунту та їх доступність.

Ключові слова: гравіметричні методи, кореляція, ґрунт, дистанційні методи, вологість.

Abstract

The paper analyzes the state of affairs regarding existing methods of soil parameter control and the use of electronic devices for their implementation. The electromagnetic, microwave, thermal, optical, gravimetric, tensiometric and reflectometric methods of soil moisture control, the method using nuclear magnetic resonance are analyzed. The limits of use of these methods of soil moisture control and their availability have been determined.

Keywords: gravimetric methods, correlation, soil, remote methods, humidity.

Вступ

Україна володіє надзвичайним резервом родючих ґрунтів. Тому в минулому вона була, і в майбутньому повинна бути одним із світових лідерів виробництва високоякісних, екологічно чистих продуктів харчування.

Вологість і температура ґрунту - одні з головних фізичних властивостей ґрунтів, що визначають їх родючість. Вологість ґрунту впливає на розчинність, переміщення та ефективність органічних і мінеральних добрив, на ступінь забруднення ґрунту пестицидами і іншими продуктами техногенного походження.

Мета роботи – проаналізувати сучасний стан справ щодо розробки та використання електронних засобів та пристроїв для контролю вологості ґрунту. При цьому, основна увага такого аналізу була зосереджена на пошуку простих, мобільних і доступних використання методів такого контролю для пересічних громадян[3].

Результати аналізу

Більшість фізичних або хімічних властивостей ґрунту змінюються зі зміною його вологості. Вимірювання вологості ґрунту є обов'язковою складовою його аналізу.

Численні методи вимірювання вологості ґрунту включають в себе прямі, непрямі та дистанційні. Прямі методи включають вилучення води зі зразка ґрунту шляхом випаровування, вимивання та хімічної реакції. Вологість ґрунту вираховується на основі маси вилученої води і сухого ґрунту.

Непрямі методи включають вимірювання деяких характеристик ґрунту, що залежать від вмісту в ньому води. Також вони можуть вимірювати характеристики певного об'єкту, поміщеного в ґрунт - зазвичай це пористий абсорбер. На жаль, зв'язок між фізичними й хімічними властивостями ґрунту і ґрунтовою вологою не до кінця вивчений[2].

Дистанційні методи включають безконтактні методи та методи вимірювання з великої відстані. Дистанційне вимірювання вологості ґрунту базуються на вимірюванні електромагнітного випромінювання поверхні ґрунту. Зміна інтенсивності електромагнітного випромінювання зі зміною вологості ґрунту залежить від діелектричних характеристик (індекс відбиття), температури ґрунту та їх поєднання. Характеристика, що є важливою, залежить від частини спектру електромагнітного

випромінювання, яка розглядається. Вимірювання вологості ґрунту з далекої відстані зазвичай включає супутникове вимірювання відбиття випромінювання у певному спектрі від поверхні ґрунту.

Гравіметричні методи вимірювання вологості ґрунту базуються на вилученні води зі зразка шляхом випаровування, вимивання або хімічної реакції. Кількість вилученої зі зразка води вимірюється і на цій основі вираховується вологість ґрунту.

Для визначення вологості ґрунту використовується також нейтронне розсіювання. В ґрунті атоми з малою вагою представлені переважно воднем. В результаті водень уповільнює швидкі нейтрони значно ефективніше, ніж будь-який інший елемент у ґрунті. Оскільки найбільшим джерелом атомів водню в ґрунті є вода, існує зв'язок між вологістю і термалізацією нейтронів. Метод згасання гамма-випромінювання можна використовувати для вимірювання вологості ґрунту в шарі 1–2 см. Ступінь зниження інтенсивності гамма-променів під час їх проходження через ґрунт залежить від складу ґрунту та його щільності.

На точність вимірювання може вплинути те, що в ґрунтах строкатої будови можуть виникати великі похибки у вимірюванні загальної густини та вологості. Метод також не підходить, якщо вода в ґрунті замерзла, замерзає або тане.

До електромагнітних методів входять методи, які базуються на впливі вологості на електричні властивості ґрунту. За допомогою цих методів можливий як контактний, так і дистанційний аналіз вологості ґрунту. Опір ґрунту залежить від його вологості. Однак неоднорідність ґрунту заважає вимірюванню опору прямими методами. Розроблено цілий асортимент вбудованих сенсорів, які реагують на опір, поляризацію або на обидві ці характеристики. Ці сенсори виявились дуже перспективними в плані вимірювання вологості в поверхневому шарі ґрунту. На жаль, вимірювання датчиками електричних характеристик ґрунту глибше поверхневої зони не показали чіткої кореляції з вологістю. Та, хоча певні проблеми й залишаються, останніми роками спостерігається помітний прогрес у розробці датчиків, розташованих безпосередньо в ґрунті, що використовують ці методи.

Тензіометричний метод вимірювання капілярної або загальної вологоємності ґрунту базується на здатності останнього вбирати воду. Прилади, що використовують цей метод, здатні фіксувати зміни вологоємності ґрунту, що є наслідком інфільтрації води, поливу, підйому ґрунтових вод, випаровування та транспірації. Нуль на шкалі тензіометра означає, що ґрунт повністю насичений вологою. Водночас максимальний показник тензіометра — 1 бар. Таким чином, діапазон вологості ґрунту, в якому тензіометр може працювати, обмежений.

Мікрохвильові методи. Вода має унікально низькі електро- та теплопровідність. Відповідно, електричні й теплові характеристики ґрунту, зокрема, показники випромінювання і відбивання, залежать від його вологості. Роздільна здатність пасивних систем обмежена розмірами антени і на практиці обмежується 5–10 км. Робота активних систем базується на тому, що здатність голого ґрунту розсіювати мікрохвильове випромінювання залежить від його вологості, нерівності поверхні та електропровідності. Обмежуючим фактором є здатність методу вимірювати вологість ґрунту лише в верхньому шарі: для активного методу — до 5–10 см, для пасивного — кілька сантиметрів.

Ядерно-магнітний резонанс базується на здатності резонансу виявити концентрацію атомів водню ^1H , відповідно, вологи в ґрунті. Недоліки у нього майже ті самі, що у нейтронного розсіювання. Перевагою є здатність фіксувати атоми водню й молекули води різного ступеня зв'язаності: міцно зв'язаної (у складі гідратів), слабо зв'язаної (абсорбованої) і вільної. Здатен аналізувати зразки малого об'єму і забезпечувати високу швидкість аналізу. Практичному застосуванню методу в полях перешкоджають габарити та дорожнеча обладнання.

Термічні методи базуються на зв'язку теплової інерції ґрунту та його вологості. Ускладнює зв'язок зниження чистого поглинання сонячної енергії ґрунтом внаслідок випаровування з поверхні. Випаровування також знижує добову амплітуду коливань температури поверхні ґрунту. Таким чином, різниця денної й нічної температури відбиває вологість ґрунту і випаровування з його поверхні. Численні дослідження показали, що для певних ґрунтів добові коливання температури поверхні є хорошим індикатором вмісту вологи в верхньому (до глибини 4 см) шарі ґрунту. Водночас даний метод не підходить для полів, вкритих рослинним покривом. Датчики температури поверхні портативні за розміром. Процедура відбору зразків порівняно проста. Вартість коливається в широкому діапазоні.

Рефлектометричний метод - один з найновіших методів вимірювання вологості ґрунту. Полягає у вимірюванні часу проходження електричного імпульсу по кабелю, який залежить від

електропровідності, а, отже, вологості, ґрунту. Кореляція з гравіметричним методом вимірювання вологості перевищує 0,9. Досягається точність вимірювання у 2%.

Обладнання дуже складне, зате сам аналіз дуже простий і може бути проведений менш ніж за 5 секунд.

Оптичні методи. Метод поляризованого світла базується на тому, що за наявності вологи на поверхні світло, відбите від неї, поляризується. Близький інфрачервоний метод базується на поглинанні молекулами води в поверхневому шарі ІЧ-випромінювання на певних частотах. Не підходить для випадків, коли волога розподілена дуже нерівномірно. Технологія забезпечує швидке проведення вимірювань, але залежить від нерівності поверхні і показує тільки поверхневу вологість.

Застосовуються також гігromетричні, електролітичні методи та математичне моделювання[1].

Висновки

Використання приладів для визначення параметрів ґрунту значно спрощує та покращує роботу з ним, адже на сьогодні є значна кількість систем, які можуть автономно працювати навіть без втручання людини, і при цьому досить успішно. Попри всі досягнення в цій галузі кожна із методик має свої недоліки та обмеженості, а саме тому робота в цьому напрямку може принести ще значні плоди для всієї країни і не тільки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи вимірювання вологості ґрунту [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/metody-vymiryuvannya-vologosti-gruntu>.

2. Грушка І. Г. Нові методи і засоби агрометеорологічних вимірювань і питання гідрометеорологічного забезпечення землеробства. Матеріали наради-семінару “Обмін досвідом гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва у сучасних умовах”. 15-20 жовтня 2001 р. м. Ялта. Український ГМЦ, Київ, 2001., С. 43-54.

3. Звіт про науково-дослідну роботу “Розробити автоматизовану систему контролю вологості, температури ґрунту та інших агрометеорологічних параметрів”, УкрНДГМІ, Київ, 1997р..

Кравченко Юрій Степанович – професор кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: Kravchenko_Yu@ukr.net.

Сорокопуд Володимир В'ячеславович – студент групи ЕЛ-16б, кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: *Кравченко Юрій Степанович* - к.ф.-м.н., професор кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kravchenko Yuri S. - Professor of the Department of Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa. e-mail: Kravchenko_Yu@ukr.net.

Sorokopud Volodymyr V. - student of EL-16b group, Departments of Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.

Supervisor: Yuriy S. Kravchenko - Professor, Department of Electronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.